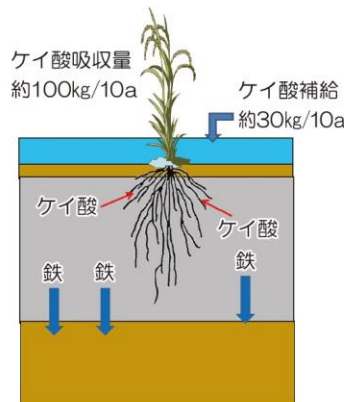


稲わらやもみ殻の還元が基本



水田では、年をとるほどケイ酸と鉄が減る!

また、かんがい水から供給されるケイ酸は10ア当たり30kg程度であるので、ケイ酸の補給が不可欠である。畑では、石灰

水田では好気性微生物であるカビの活動が抑えられるため有機物の分解が遅い。また、かんがい水からの養分が供給されるため畑に比べて自然肥沃(ひよく)度が高い。そのため、肥料のなかった時代から堆肥や厩肥(きゅうひ)を施用するくらいで有機物や養分がまかなわれ、生産性が維持できた。近年では米の消費量減少や労働力不足などの影響で化学肥料とケイ酸資材の施用による水稲作に替

わり、最近ではケイ酸資材の施用量も著しく減少している。園芸土壌では養分過剰によるメタボ化が進んでいる一方で、水田土壌では地力の低下が著しい。

水稲は畑作物と異なり10ア当たり100kg程度のケイ酸を吸収する作物で、その大部分がわらともみ殻に含まれる。ケイ酸は土の主要成分だが、その多くが植物には利用できない形態で、土壌診断分析で表示される可給態ケイ酸はそのごく一部にすぎない。

また、かんがい水から供給されるケイ酸は10ア当たり30kg程度であるので、ケイ酸の補給が不可欠である。畑では、石灰資材の施用で土の酸性化を抑制しているが、水田では鉄が重要な働きをする。水田で水稲栽培を長年続けると作土中の鉄が溶出して下層に移動する。その結果、作土の還元層で生成した硫化水素の無害化ができなくなり、秋落ちにつながる。この現象が水田の老朽化だ。

水田の地力維持には有機物、ケイ酸それに鉄の補給が必要だが、水田から刈り取った稲わらやもみ殻を直接あるいは堆肥などとして還元することが土づくりの基本である。水田の老朽化に対しては鉄の補給が必要で、そのための資材としては鉄の他にケイ酸やリン酸、石灰、苦土それに微量元素を含む転炉スラグの施用が合理的だ。

基礎から学ぶ! 土づくり

全国土の会 会長 後藤 逸男 ③2

有機物の補給

その1 堆肥と新鮮有機物

堆肥は水田に適した有機物

「土づくり」に欠かせない有機物は堆肥と新鮮有機物に大別される。

堆肥とは、本来稲わらや麦わら、野草などを野外で積んで腐熟させた資材である。あらかじめ微生物による有機物分解を受けているので、土に施用後は短期間で播種や定植ができる。

一方、新鮮有機物には油かすや魚かすのような有機質肥料や緑肥などがある。土に施用すると分解され、初期に大量の二酸化炭素が発生するので、施用直後に播種や定植を行うと阻害を受けやすい。新鮮有機物の初期分解に携わる主な微生物は酸素を好む糸状菌（かび）であるため、畑では活発に分解されるが水田では分解が抑制され、土層が酸欠になりやすい。

すなわち、堆肥は日本農業の原点ともいえる水田への施用に適した有機物で、畑作では必ずしも堆肥にこだわらなくてもよい。

家畜糞のような窒素含量の高い有機物を堆肥化すると、その過程で微生物による有機物分解を受け、窒素成分はアンモニアガスとして揮散（きさん）するので、完全堆肥ほど窒素が効かなくなる。そのため、大量に施用しても作物生育に支障は出にくい。有機物の分

解によりリン酸やカリが濃縮されそれらの含有量が高まるので、土の養分バランスを崩してしまう。園芸土壌がメタボ化する原因の多くがそのような家畜糞堆肥の過剰施用だ。

すでにメタボ化している畑やハウスでは、家畜糞堆肥の施用量を根本的に見直すことが肝心で、牛糞堆肥であれば反当たり1t程度、豚糞・鶏糞堆肥であれば200～500kgが上限。それらに含まれるリン酸量は10kg程度なので、土のメタボ化を助長しにくい。

ただし、それでは窒素が不足するので、尿素などの窒素単肥を併用することが合理的だ。家畜糞堆肥を上手に使えば、土に有機物を補給しながら、肥料代を格安にすることができる。



山梨県内の堆肥センター

省力化、団粒化、環境保全にも寄与



セルリーハウスですくすく育つソルゴ

土への有機物補給方法としては、堆肥や有機質肥料ばかりでなく緑肥という手がある。かつて、緑肥といえばハウス内で野菜や花卉を収穫した後にソルゴなどを播種し、大きく育ったら刈り取ってハウスの外に持ち出す除塩対策として行われてきた。その後、次作のための肥料を購入して施せば「肥料屋のための緑肥」になり果ててしまう。

稲や麦などの畑作物と違い、野菜栽培では生育途中で収穫するので、収穫後は土壌中に養分の残留が避けられない。そのお余りを頂戴するのが緑肥だ。セルリーハウスで収穫後にソルゴを播種したところ、40日ほどで草丈2・4m、反当たり生草収量は6・9tで、三要素吸収量は窒素約30kg、カリは50kgに達した。長野県南佐久郡の高原野菜後のライムギでは、窒素とカリを反当たり約20kg吸収した。リン酸吸収量は窒素・カリより少なく5・10kgであった。これらの緑肥をすき込んだ場合、カリは水溶性イオンとして存在するので、速効性成分として利用できる。一方、窒素とリン酸は有機態となっているので、緑肥が土壌中で分解して緩効的な肥効を示す。このように、野菜収穫後に緑肥を作付けると、驚くほど養分が残っていることや、生育状況のむらからハウスや畑内の養分分布の偏りが分かる。緑肥が回収したこれらの養分を刈り取って持ち出すなどもっての外だ。

上記のソルゴには反当たり510kgの炭素が含まれていた。それを家畜糞堆肥の平均炭素含有量から計算すると約3tに相当する。大量の堆肥をハウス内に運び込み、それを広げる手間を考えると、播種だけで済む緑肥は農作業の省力化にもなる。また、新鮮有機物である緑肥のすき込みは土壌団粒化促進にも役立つ。さらに、大気中の二酸化炭素を吸収して育った緑肥のすき込みは、土壌中へ炭素をため込むことになるので、地球温暖化抑制にも寄与できる。

根こぶ病対策に葉ダイコン

緑肥を作付けてすき込めば、残留養分のリサイクル、有機物補給効果、連作回避などの効果が期待できる。緑肥の効果はそれだけにとどまらず、緑肥の機能性を利用した使い方がある。

難防除土壌病害のアブラナ科野菜根こぶ病対策に有効な葉ダイコンがその一つだ。根こぶ病はアブラナ科植物のみに発病する土壌病害であるが、ダイコンや葉ダイコンの根には感染する

が発病しない。そこで、根こぶ病が出た畑に葉ダイコンを作付けると、その根がちょうど掃除機のように土壌中の病原菌（休眠胞子）を吸い取ることによって病原菌密度を低下させる。病原菌は根の中で死滅するので、葉ダイコンをすき込んで休眠胞子は増殖しない。

なお、葉ダイコン播種前に、サブソイラーなどによる透水性改善、転炉スラグを施用して土壌pHを7・5程度まで高め、休眠胞子から発芽した遊走子を直接殺菌する殺菌剤（アミスルプロム）を併用すると最大の根こぶ病対策となる。

ネコブセンチュウやネグサレセンチュウなどセンチュウ害に悩まされる農家も



根こぶ病多発畑に作付けた葉ダイコン

多い。対策として土壌消毒の他に、緑肥を利用する手もある。ネグサレセンチュウ害を受けた畑にマリーゴールドを作付けると、根から殺センチュウ物質が分泌される。ネコブセンチュウに対して、ギニアグラスやクロタリアを作付けるとセンチュウが緑肥の根に食い込んでそのまま死滅してしまう。シロガラシやキガラシなどのカラシナを栽培して、それをすき込むと、カラシナに含まれる成分が、土壌中で殺センチュウ物質（わさびの辛味成分）に変化して効果を表す。

ただし、これらの効果は化学薬剤に比べて安定しないこともある。マリーゴールドやカラシナはきれいな花が咲くので、景観植物としても利用できる。

土壌改良

その1 土壌酸性の改良

微量要素含む転炉スラグが一押し

酸性土壌が広く分布するわが国では、酸性改良が重要な土づくりの一つだ。最近では高pH化している農地も多いので、土壌診断分析でその必要性の有無を判断する。pHが低くても、石灰や苦土が過剰で、塩基飽和度が80%程度以上の場合には石灰資材を施用してはいけない。そのようなケースはハウス土壌で多く、酸性化する原因は主に硝酸態窒素の過剰残留である。

塩基の流亡による畑の酸性化に対しては、石灰資材を施用して石灰と苦土を補給する。そのための資材としては石灰と苦土がバランスよく含まれている苦土石灰(苦土カル)が一般的である。最近では有機石灰と呼ばれる「かきがら」がもてはやされているが、酸性改

良に關与する成分は無機物の炭酸カルシウムだ。そのため、この資材を連用すると苦土欠乏になりやすい。苦土石灰はドロマイトという国産天然鉱物を原料とするのに対して、「かきがら」は食品廃棄物のリサイクルとなるので、環境にはやさしい。ただし、苦土石灰より酸性矯正力が弱いにもかかわらず価格は高い傾向にある。



pH7.2でのコマツナの生育比較

半世紀にわたって土壌酸性改良の研究に携わってきた筆者一押しの資材が転炉スラグだ。製鉄所の製鋼工程で鋼の副産物として生産される資材で、石灰とケイ酸を主成分として、苦土・リン酸の他に、鉄・マンガ・ホウ素などの微量要素を含む。そのため、pHを7・5程度まで高めても、作物に微量要素欠乏を生じにくい。また、苦土石灰などこれまでの資材に比べて酸性改良効果が長続きする。一方、苦土石灰の約倍量施用する必要がある。また、散布時に飛散しやすいなどの欠点がある。市販転炉スラグには飛散しにくい造粒品もあるが、土の中で崩壊しないので酸性改良目的には絶対に使ってはいけない。

酸性化・老朽化対策に有効

従来の土壌酸性改良ではpHの上限を6・5程度とすることが常識とされてきた。しかし、世界で最も肥沃(ひよこ)なチェルノーゼムのpHは7・5〜8・5だ。チェルノーゼムには多量の微量元素が含まれていることがその一因である。

転炉スラグには鉄・マンガ・ホウ素などの微量元素が含まれているので、転炉スラグを土壌酸性改良資

料として施用すると、pHを7・5程度まで高めても微量元素欠乏を起こしにくい。そのような転炉スラグの特性を使うと、アブラナ科野菜根こぶ病・さまざまなフザリウム病害・ウリ科ホモプシス根腐病・黒腐菌核病などの糸状菌を病原菌とする土壌病害の発病を抑制することができる。

水田では水稲が多量に吸収するケイ酸の補給が欠かせない。そのため資材として堆肥やケイ酸資材が施用されてきたが、最近では施用量が激減して地力の低下が著しい。

転炉スラグにはケイ酸の他に水田の老朽化対策として欠かせない鉄が大量に含まれている。また、水田では石灰資材の施用量も減って土壌酸性化が進みつつある

ので、転炉スラグはそのための対策としても有効だ。茶樹はpH4〜5の酸性を好む作物だが、茶園土壌では異常なほどの酸性化が進みpH3台が大半を占める茶産地もある。また、各地のかんきつ園でも酸性化が進み、マンガン過剰症に原因する異常落葉障害が生じている。いずれも、樹園地特有の永年農地で、下層土の酸性改良が難しいことと、窒素の過剰施用などが原因している。

対策としては新規定植時か改植時に植え穴や溝に戻す土にしっかりと転炉スラグを混和して、pHを茶園では5程度、かんきつ園では7程度まで高めておくことが有効だ。転炉スラグはまさに究極・万能な土のアンチエイジング資材である。

カリフラワー根こぶ病に対する転炉スラグの施用効果。



材として施用すると、pHを7・5程度まで高めても微量元素欠乏を起こしにくい。そのような転炉スラグの特性を使うと、アブラナ科野菜根こぶ病・さまざまなフザリウム病害・ウリ科ホモプシス根腐病・黒腐菌核病などの糸状菌を病原菌とする土壌病害の発病を抑制することができる。

水田では水稲が多量に吸収するケイ酸の補給が欠かせない。そのため資材として堆肥やケイ酸資材が施用されてきたが、最近では施用量が激減して地力の低下が著しい。

転炉スラグにはケイ酸の他に水田の老朽化対策として欠かせない鉄が大量に含まれている。また、水田では石灰資材の施用量も減って土壌酸性化が進みつつある

ので、転炉スラグはそのための対策としても有効だ。茶樹はpH4〜5の酸性を好む作物だが、茶園土壌では異常なほどの酸性化が進みpH3台が大半を占める茶産地もある。また、各地のかんきつ園でも酸性化が進み、マンガン過剰症に原因する異常落葉障害が生じている。いずれも、樹園地特有の永年農地で、下層土の酸性改良が難しいことと、窒素の過剰施用などが原因している。

対策としては新規定植時か改植時に植え穴や溝に戻す土にしっかりと転炉スラグを混和して、pHを茶園では5程度、かんきつ園では7程度まで高めておくことが有効だ。転炉スラグはまさに究極・万能な土のアンチエイジング資材である。

カリフラワー根こぶ病に対する転炉スラグの施用効果。

ゼオライトでCEC高める

土の胃袋に相当する土壌診断分析が陽イオン交換容量(CEC)だ。土のコロイド表面の陰電荷に石灰・苦土・カリなどの陽イオンが電氣的に吸着する量がCECで通常5〜30である。この保肥力を改善する土壌改良資材としてゼオライトが知られている。

ゼオライトとは約2千万年前、海底に堆積した火山灰から変化し、その後の地殻変動により隆起した白色



天然ゼオライト鉱山
(山形県米沢市)

凝灰岩中に含まれる天然鉱物で、CECが100〜150と大きい。石灰と共に数少ない国産天然資源の一つで、その品質は世界一だ。2対1型粘土鉱物の一つであるモンモリロナイトも同程度のCECを持つが、その構造や性質が根本的に異なる。

逆に、モンモリロナイトでは構造が崩れるほどケイ酸が可溶化するので、水稻や麦など好ケイ酸植物に対するケイ酸補給資材としてはモンモリロナイトの方がよい。

ゼオライトは風化抵抗性の大きな石英と同様の構造で、土に施用しても構造が変化することがないため、効果がいつまでも持続する。一方、層状構造のモンモリロナイトは土壌中で徐々に崩壊して、CECが低下する。従って、保肥力改善効果はゼオライトの方が優れている。どちらもケイ酸を主成分とする鉱物であるが、ゼオライトに含まれるケイ酸は植物に吸収され

CECが5程度と小さく、養分が雨水や灌水により流亡しやすい砂丘地などの砂地ではゼオライトを相当1t程度施用すると保肥力が高まるが、CECの大きな土壌には同程度のゼオライトを施用しても、CEC増大効果はほとんどない。ただし、ゼオライトにはアンモニウムとカリウムイオンを強く吸着するので、窒素とカリの肥効率を高める効果がある。

次回は、この性質を利用したさまざまなゼオライト活用法を紹介しよう。

堆肥、ぼかし肥、育苗培土に



ゼオライト培土によるキャベツの育苗

ゼオライトは土の保肥力を大きくする土壌改良資材だが、そのまま施用することとは「もったいない」。その特性を活用して、次のように使った方がよい。

まずは、ゼオライト堆肥だ。家畜ふん堆肥を作る際に、最も安価な粉末状ゼオライトを堆肥原料に対して10%程度混合する。堆肥化過程で発生するアンモニアを吸着するので、悪臭を軽減できる。また、できあがった堆肥中のゼオライトにはアンモニア態窒素がたたくさん吸着されているので、土壌施用後に速効的な窒素肥料効果が得られる。

次は、ゼオライトぼかし肥だ。大豆油かすに砂状ゼオライトを混ぜ、水に懸濁（けんたく）させた枯草菌を添加する。一週間から10日ぼかしした後、乾燥すると大量のアンモニア態窒素を含むぼかし肥ができる。魚かすやぬかなどを原料とする一般的なぼかし肥に比べて窒素を主体とするので、リン酸やカリ過剰のハウス土壌などには最適な成分組成だ。フザリウムなどの土壌病原菌に対して拮抗性を持つ枯草菌を使えば、土壌病害対策にもなる。

三つ目が、砂状ゼオライトを主原料とする園芸用育苗培土だ。1992年に特許を取得して「ゼオライト培土」を実用化した。その後、特許の失効とともに多くの市販園芸培土にもゼオライトが添加されるようになった。ゼオライトだけでは保水性がないので、パーライトやバーミキュライトなどを混合し、肥料としてリン酸アンモニウムや硝酸マグネシウムのような化学肥料あるいはゼオライトぼかし肥を添加する。ゼオライトに吸着されたアンモニウムイオンは硝酸化成作用を受けにくいので、窒素の肥効が長く続く。

いずれの方法でも最後には本圃にゼオライトが施用されることになる。これがゼオライトをとことん使いこなすコツだ。

化学肥料の原料は天然資源



過リン酸石灰とリン鉱石の肥効の違い

農作物生産に不可欠な肥料は化学肥料(無機質肥料)と有機質肥料に大別される。「化学は悪、有機は善」あるいは有機農産物はいしく、安全・安心と思われている消費者が多いようだが本当だろうか。化学肥料とは、決して化学合成した肥料ではなく、原料は天然物である。大気中の窒素と天然ガス中の水素を化学的に反応させてアンモニアを作る。

リン酸肥料の原料は天然鉱物であるリン鉱石だ。その中には約30%のリン酸が含まれているが、植物には吸収されにくい形態となっている。そこで、化学・物理的な処理を施してリン酸肥料を作る。結果、リン酸の効き方が飛躍的に高まる。有機栽培にこだわり、碎いたリン鉱石を天然肥料として使う人もいるが、リン酸肥料と同等に生育させるには約7倍量のリン鉱石が必要だ。地球の資源として大切なリン鉱石を浪費することは環境にやさしい農業に反する行為である。

代表的なカリ肥料である塩化カリは、岩塩を粉碎あるいは精製しただけの肥料で、塩化カリを硫酸で処理すると硫酸カリとなる。従来、「田んぼには塩化カリ、畑には硫酸カリ」という肥料常識がはびこっているが、手を加えていない塩化カリの方が安価でカリ含有量も多い。硫酸カリは化成肥料や魚カスを主原料とする有機配合肥料などの原料として使われるが、それらを長年連用するハウス土壌では硫酸イオンの過剰蓄積に伴う電気伝導率の上昇とpH低下現象が目立っている。

化学肥料の最大の課題は原料あるいは肥料を輸入に依存していることだ。特に、海外から国内に持ち込まれる肥料中の窒素とリンが農地から環境に放出されると水域の富栄養化の一因となる。化学肥料は悪ではないが、資源保護・環境保全などの観点から必要以上に施用すべきではない。

多くは食品関連産業の副産物



代表的な有機質肥料。㊦魚かす、㊧なたね油かす

有機質肥料には魚かすや油かすなどがある。いずれも「かす」がつくことから分かるように有機質肥料の多くは食品関連産業から出る副産物だ。食品原料の多くは輸入に依存しているが、その副産物はれっきとした国産品である。従って、有機質肥料は本来国産肥料であったが、最近では、有機質肥料の輸入も増えている。その一因は有機農産物嗜好（しこう）の高まりであるが、輸入肥料まで使っ

て有機農産物を生産する必要があるのか。

有機質肥料と化学肥料では効き方が大きく異なる。

例として、硫酸アンモニウム（硫安）と油かすを比較してみよう。硫安は水溶性

窒素肥料であるので、施用

後土の中の水に溶けてアンモニア態窒素になる。畑では、硝酸化成細菌の作用で

硝酸態窒素に変化して、野菜や畑作物に吸収利用される。この変化は数日から1

週間程度で終了し、速やかに効く速効性肥料である。

一方、油かすは窒素を主体とする有機質肥料で、その窒素源はタンパク質だ。土

壌中では土壌微生物の働きでペプチドになり、さらに

分解されてアミノ酸を経てアンモニア態窒素に変化する。その後は硫安と同じよ

うに硝酸態窒素となり、作物に吸収される。油かすからアンモニア態窒素になる

までには時間を要するため窒素の効き方は硫安より緩

慢で「じわじわ」と効く肥料である。

化学肥料より有機質肥料で作った農産物の方がおい

しくて高品質といわれることが多い。そのわけは有機

質肥料の「じわじわ効果」だ。速効的に根から窒素が

吸収されると光合成でできたデンプンが糖として体内

を移行し、植物中のタンパク質合成に横取りされる。

そのために糖やビタミンC含有量が減る。化学肥料で

も被覆尿素やオキサミドのような緩効性肥料を使えば、有機質肥料と同じよう

な「じわじわ効果」が期待できる。